

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 061 081 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
20.12.2000 Bulletin 2000/51

(51) Int Cl.7: C07D 491/052, A61K 31/436,  
A61P 35/00  
// (C07D491/052, 311:00,  
221:00)

(21) Numéro de dépôt: 00401685.3

(22) Date de dépôt: 15.06.2000

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

- Tillequin, Francois  
75014 Paris (FR)
- Michel, Sylvie  
75002 Paris (FR)
- Atassi, Ghanem  
92210 Saint Cloud (FR)
- Pierre, Alain  
78580 Les Alluets le Roi (FR)
- Renard, Pierre  
78150 Le Chesnay (FR)
- Pfeiffer, Bruno  
95320 Saint Leu la Foret (FR)

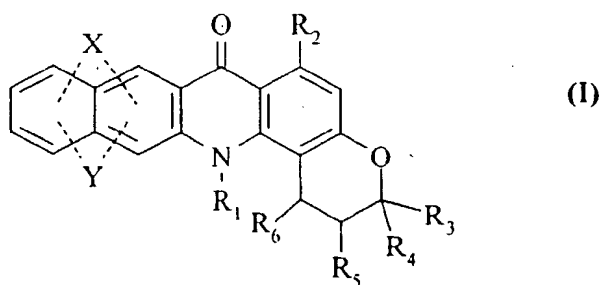
(30) Priorité: 16.06.1999 FR 9907611

(71) Demandeur: ADIR ET COMPAGNIE  
92415 Courbevoie Cédex (FR)

(72) Inventeurs:  
• Koch, Michel  
78170 La Celle Saint Cloud (FR)

(54) Nouveaux dérivés de carboxylate de  
7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo(b)pyrano(3,2-h)acridine, leur procédé de préparation et  
les compositions pharmaceutiques qui les contiennent

(57) Composés de formule (I) :



dans laquelle :

- X, Y représentent un atome d'hydrogène, d'halogène, ou un groupement hydroxy, mercapto, cyano, nitro, alkyle, alkoxy, trihalogénoalkyle, amino éventuellement substitué, méthylènedioxy ou éthylènedioxy,
- R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle,
- R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène, un groupement hydroxy, alkyle, alkoxy, alkylcarbonyloxy ou amino éventuellement substitué,
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle,
- R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> représentent un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U et V sont tels que définis dans la description, ou un groupement Z tel que défini dans la description,

EP 1 061 081 A1

## EP 1 061 081 A1

étant entendu qu'au moins un desdits groupements  $R_5$  ou  $R_6$  représente un groupement de formule  $-O-CO-U-V$ , leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.  
Médicaments.

## Description

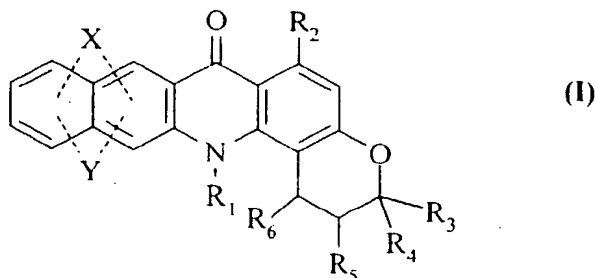
[0001] La présente invention concerne de nouveaux dérivés de carboxylate de 7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo [b]pyrano[3,2-h]acridine, leur procédé de préparation et les compositions pharmaceutiques qui les contiennent.

[0002] Les composés de l'invention constituent des dérivés de l'acronycine qui est un alcaloïde présentant des propriétés antitumorales mises en évidence dans des modèles expérimentaux (*J Pharm. Sci.*, 1966, 55 (8), 758-768). Cependant, malgré un large spectre d'activité, l'acronycine a une faible solubilité limitant sa biodisponibilité ainsi que son utilisation dans des compositions pharmaceutiques administrables par voie d'injection.

[0003] Diverses modifications ont été réalisées sur cette molécule, comme celles décrites dans *J. Med. Chem.*, 1996, 39, 4762-4766, et qui ont permis de résoudre quelques difficultés liées au problème de solubilité de ces produits. Néanmoins, les besoins de la thérapeutique anticancéreuse exigent le développement constant de nouveaux agents antitumoraux, dans le but d'obtenir des médicaments à la fois plus actifs et mieux tolérés. Plus particulièrement, les tumeurs solides posent un problème majeur à la chimiothérapie anticancéreuse, de par leur résistance intrinsèque et/ou acquise, aux produits existants.

[0004] Les composés de l'invention, outre le fait qu'ils soient nouveaux, présentent une activité in-vivo et in-vitro surprenante et supérieure à celle observée jusqu'ici. De plus, lesdits composés possèdent des propriétés de solubilisation intéressantes et adaptées à une administration des produits sous forme liquide. Ainsi, les composés découverts par la Demanderesse possèdent des propriétés antitumorales qui les rendent particulièrement utiles pour le traitement des cancers et notamment des tumeurs solides.

[0005] Plus particulièrement, la présente invention concerne les composés de formule (I) :



dans laquelle :

X, Y, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un groupement choisi parmi atome d'hydrogène, d'halogène, groupement hydroxy, mercapto, cyano, nitro, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, trihalogénoalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, amino (éventuellement substitué par un ou deux groupements, identiques ou différents, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés eux-mêmes éventuellement substitués par un groupement alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié ou par un groupement de formule -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans laquelle R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié), ou forment ensemble un groupement méthylènedioxy ou un groupement éthylènedioxy, étant entendu que les substituants X et Y peuvent être présents sur l'un ou l'autre des deux cycles benzéniques adjacents,

R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

R<sub>2</sub> représente :

- un atome d'hydrogène,
- un groupement hydroxy,
- un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- un groupement alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substitué par un groupement choisi parmi :

\* groupement de formule NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou un groupement hydroxyalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

EP 1 061 081 A1

\* et hétérocycle saturé ou insaturé, monocyclique ou bicyclique, de 5 à 7 chaînons comportant un ou deux hétéroatomes choisis parmi oxygène, azote et soufre,

- 5 - un groupement alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,  
- ou un groupement amino éventuellement substitué :

\* par un ou deux groupements, identiques ou différents, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

10 \* par un groupement alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substitué par un groupement -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> avec R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub> tels que définis précédemment,

\* par un groupement de formule -R<sub>11</sub>-NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub>, dans laquelle R<sub>11</sub> représente un groupement alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié et R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou un groupement hydroxyalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

15 \* par un groupement alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, substitué par un hétérocycle saturé ou insaturé, monocyclique ou bicyclique, de 5 à 7 chaînons comportant un ou deux hétéroatomes choisis parmi oxygène, azote et soufre,

\* ou par un groupement de formule -R<sub>11</sub>-CO-R<sub>12</sub> dans laquelle R<sub>11</sub> est tel que défini précédemment, et R<sub>12</sub> représente un groupement hydroxy ou alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

20 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

25 R<sub>5</sub> et/ou R<sub>6</sub> représente(nt) un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle :

- U représente une chaîne alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substituée par un ou plusieurs groupements, identiques ou différents, choisis parmi aryle, hydroxy et alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,  
- V représente un groupement choisi parmi :

30 \* carboxy,

\* -CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> dans lequel R<sub>13</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié (éventuellement substitué par un ou plusieurs groupements hydroxy), aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

\* hydroxy,

\* alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

35 \* -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, sont tels que définis précédemment,

\* -NR<sub>7</sub>-CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>13</sub> sont tels que définis précédemment,

\* -NR<sub>7</sub>-COR<sub>13</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>13</sub> sont tels que définis précédemment,

\* -COR<sub>13</sub> dans lequel R<sub>13</sub> est tel que défini précédemment,

40 \* et -CO-NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, sont tels que définis précédemment,

et dans le cas où un seul des deux groupements R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> représente un groupement de formule -O-CO-U-V, alors l'autre desdits groupements R<sub>5</sub> ou R<sub>6</sub> représente un groupement Z choisi parmi :

45 - hydroxy,

- alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

- alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

- arylcarbonyloxy,

- arylalkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

50 - et amino éventuellement substitué par un ou deux groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés, identiques ou différents,

leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

[0006] Par "aryle", on comprend un groupement phényle ou naphtyle, comportant éventuellement une ou plusieurs substitutions, identiques ou différentes, choisies parmi hydroxy, halogéno, carboxy, nitro, amino, alkylamino ou dialkylamino (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, acyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

[0007] Parmi les acides pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif les acides chlorhydrique, bromhydrique, sulfurique, phosphonique, acétique, trifluoroacétique, lactique, pyruvique, malonique, succinique, glu-

tarique, fumarique, tartrique, maléique, citrique, ascorbique, oxalique, méthane sulfonique, camphorique, la lysine, etc...

[0008] Parmi les bases pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de potassium, la triéthylamine, la tertbutylamine, etc...

[0009] Les substituants R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> préférés selon l'invention sont les groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés, avec R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> identiques ou différents. D'une façon préférentielle, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont identiques et représentent chacun un groupement méthyle.

[0010] Les substituants R<sub>2</sub> préférés selon l'invention sont les groupements alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés, ou les groupements amino éventuellement substitués par un ou deux substituants tels que définis dans la formule (I).

[0011] Selon une variante avantageuse, les composés préférés de l'invention sont ceux pour lesquels R<sub>5</sub> représente un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U et V sont tels que définis dans la formule (I), et R<sub>6</sub> représente un groupement Z tel que défini dans la formule (I).

[0012] Selon une autre variante avantageuse, les composés préférés de l'invention sont ceux pour lesquels R<sub>6</sub> et R<sub>5</sub> représentent chacun un groupement de formule -O-CO-U-V identique dans laquelle U et V sont tels que définis dans la formule (I).

[0013] Le substituant R<sub>5</sub> préféré selon l'invention est le groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U représente une chaîne alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>) linéaire et V représente un groupement choisi parmi carboxy, -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub>, -NR<sub>7</sub>-CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> et -NR<sub>7</sub>-COR<sub>13</sub> dans lesquels R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> et R<sub>13</sub>, identiques ou différents, représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyl (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

[0014] Le substituant R<sub>6</sub> préféré selon l'invention est le groupement alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

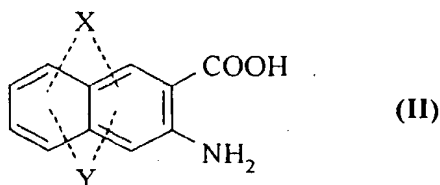
[0015] Les composés préférés de l'invention sont le :

- acide (±)-cis-4-[[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy]-4-oxobutanoïque,
- acide (±)-cis-4-[[1-[(3-carboxypropanoyl)oxy]-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy]-4-oxobutanoïque,
- acide (±)-cis-5-[[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy]-5-oxopentanoïque,
- cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl] (diméthylamino)acétate,
- et cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]-4-(diméthylamino)butanoate.

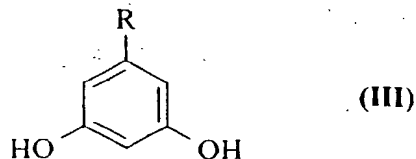
[0016] Les isomères, N-oxydes, ainsi que les sels d'addition à un acide ou à une base, pharmaceutiquement acceptable, des composés préférés font partie intégrante de l'invention.

[0017] La présente invention s'étend également au procédé de préparation des composés de formule (I), caractérisé en ce que l'on fait réagir :

- soit un dérivé de l'acide 3-amino-2-naphtalène carboxylique (II) :

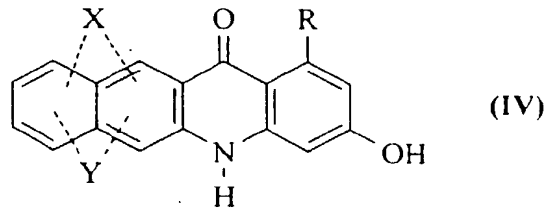


dans laquelle X et Y sont tels que définis dans la formule (I), avec un dérivé du phloroglucinol de formule (III) :

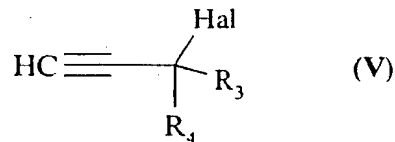


EP 1 061 081 A1

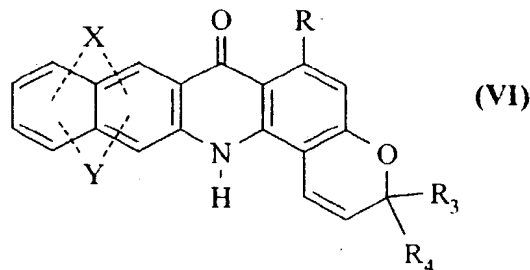
dans laquelle R représente un atome d'hydrogène, un groupement hydroxy ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, pour conduire aux composés de formule (IV) :



15 dans laquelle X, Y et R sont tels que définis précédemment, qui sont ensuite traités en condition basique dans un solvant aprotique tel que la diméthylformamide, par un alcyne de formule (V) :

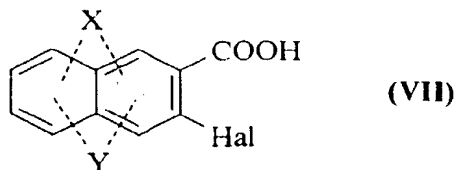


25 dans laquelle Hal représente un atome d'halogène et R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis dans la formule (I), pour conduire aux composés de formule (VI) :



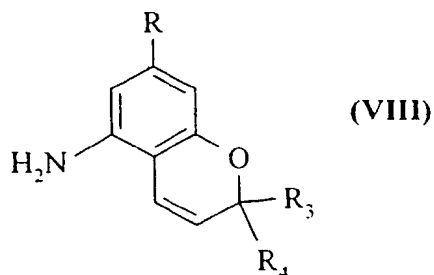
40 dans laquelle X, Y, R, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,

- soit un dérivé de l'acide 3-halogéno-2-naphtalène carboxylique de formule (VII) :

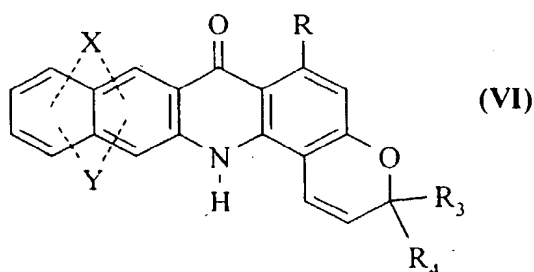


50 dans laquelle X et Y sont tels que définis dans la formule (I) et Hal représente un atome d'halogène, tel que le chlore ou le brome, avec un dérivé amino-chromène de formule (VIII) :

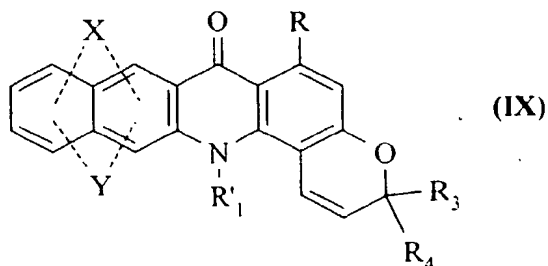
55



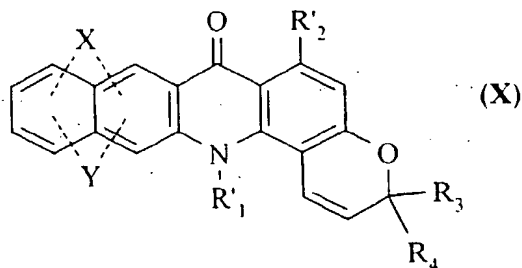
15 dans laquelle  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis dans la formule (I) et R a la même signification que précédemment, pour conduire également aux composés de formule (VI) :



30 dans laquelle X, Y, R,  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis précédemment, composés de formule (VI) dont l'atome d'azote est éventuellement substitué, par action d'un halogénure d'alkyle ou d'un sulfate de dialkyle en présence d'un agent de déprotonation, tel que l'hydruure de sodium, en solvant polaire aprotique, permettant d'obtenir les composés de formule (IX) :



45 dans laquelle X, Y, R,  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis précédemment, et  $R'_1$  représente un groupement alkyle ( $C_1$ - $C_6$ ) linéaire ou ramifié, composés de formule (IX) qui sont soumis à l'action d'un agent alkylant tel qu'un sulfate de dialkyle, ou d'un agent acylant, pour conduire aux composés de formule (X) :

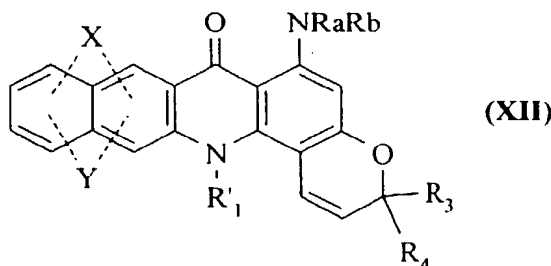


EP 1 061 081 A1

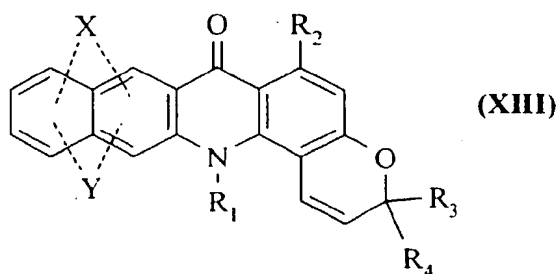
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment et R<sub>2</sub> représente un groupement alkoxy (éventuellement substitué par un groupement de formule NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub> sont tels que définis dans la formule (I)), ou alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, composé de formule (X) qui est traité, dans le cas où R<sub>2</sub> représente un groupement alkoxy par exemple, par un composé de formule (XI) :



dans laquelle Ra représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et Rb représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, un groupement de formule -R<sub>11</sub>-NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>11</sub>, R<sub>10</sub> et R<sub>9</sub> sont tels que définis dans la formule (I), un groupement alkylcarbonyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié la partie alkyle étant éventuellement substituée par un groupement NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> tel que défini dans la formule (I), un groupement hétérocycloalkylène (les termes alkylène et hétérocycle ayant la même signification que dans la formule (I)) ou un groupement de formule -R<sub>11</sub>-CO-R<sub>12</sub> dans laquelle R<sub>11</sub> et R<sub>12</sub> ont la même définition que dans la formule (I), pour conduire aux composés de formule (XII) :



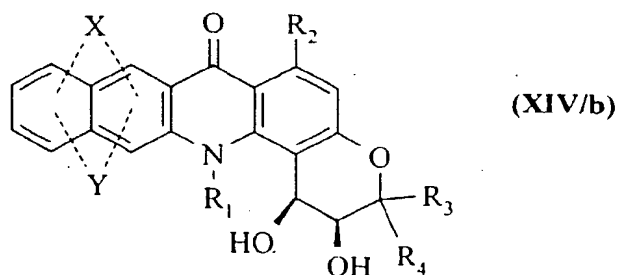
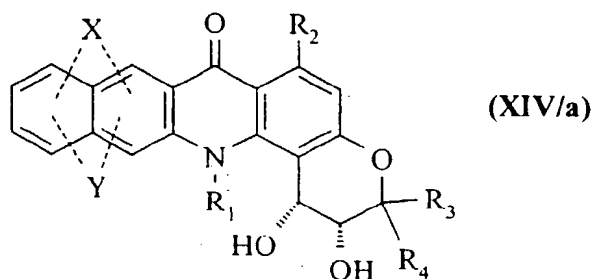
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, Ra et Rb sont tels que définis précédemment, l'ensemble des composés de formule (VI), (IX), (X) et (XII) formant les composés de formule (XIII) :



dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> ont la même signification que dans la définition générale de la formule (I), composés de formule (XIII) qui sont soumis,

a) ⇒ soit à l'action du tétraoxyde d'osmium en milieu polaire et en présence de 4-méthylmorpholine-N-oxyde, pour conduire aux composés de formules (XIV/a) et (XIV/b) :

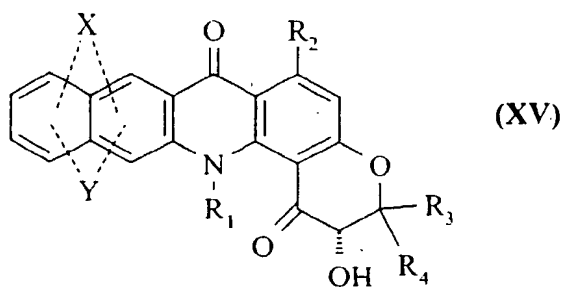




20

25

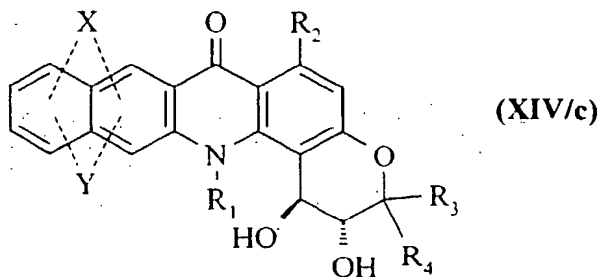
dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,  
 les composés de formule (XIV/a) et (XIV/b) pouvant aussi être obtenus séparément par synthèse chirale et notamment par *cis* dihydroxylation asymétrique à partir du composé (XIII) en utilisant des ligands chiraux du type pyridine ou phtalazine bisubstitués par des alcaloïdes de *Cinchona* comme la dihydroquinine et son diastéréoisomère dextrogyre la dihydroquinidine,  
 30 b) ⇒ soit à l'action du permanganate de potassium en milieu polaire, pour conduire aux composés de formule (XV) :



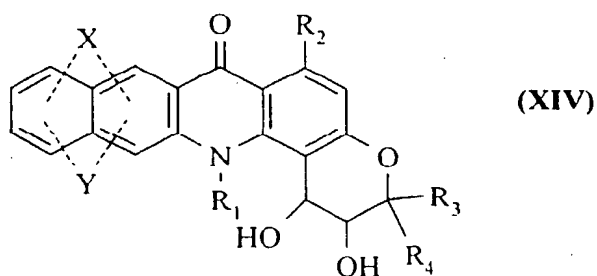
40

45

dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,  
 composés de formule (XV) qui sont soumis à des conditions réductrices en présence de NaBH<sub>4</sub> par exemple, pour conduire aux composés de formule (XIV/c) :

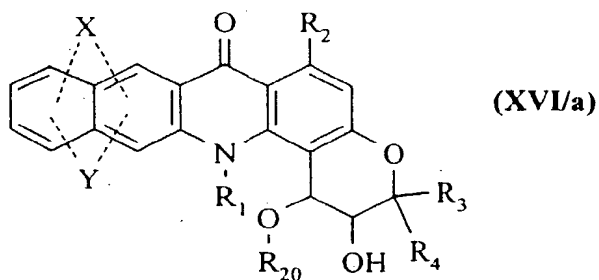


dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,  
l'ensemble des composés de formules (XIV/a), (XIV/b) et (XIV/c) formant les composés de formule (XIV) :

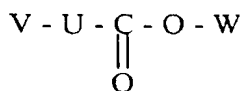


15 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment, composés de formule (XIV) qui sont soumis :

- 20
- ❖ soit à l'action d'un alcool de formule R<sub>20</sub>-OH dans laquelle R<sub>20</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,  
pour conduire aux composés de formule (XVI/a) :



35 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R<sub>20</sub> sont tels que définis précédemment,  
composés de formule (XVI/a) dont la fonction alcool est estérifiée en présence d'un composé de formule

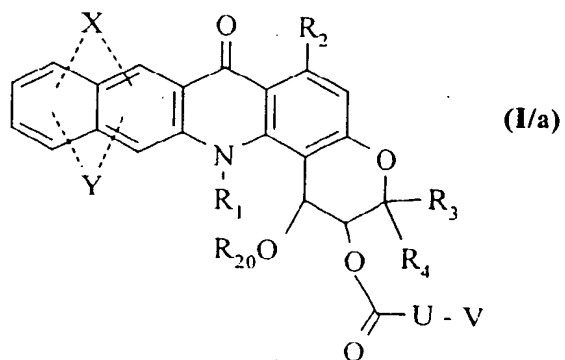


45 ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O dans lesquelles U et V sont tels que définis dans la formule (I) et W représente un groupement partant,  
pour conduire aux composés de formule (I/a), cas particulier des composés de formule (I) :

50

55

5



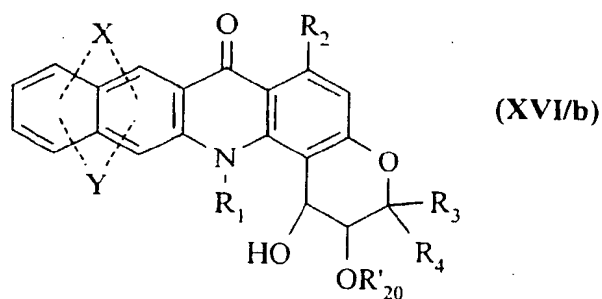
10

15

dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>20</sub>, U et V sont tels que définis précédemment,

❖ soit à l'action d'un iodure d'alkyle de formule R'<sub>20</sub>-I dans laquelle R'<sub>20</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, en présence de sel d'Argent, pour conduire aux composés de formule (XVI/b) :

20



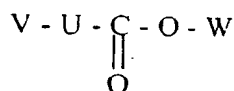
25

30

cas particulier des composés de formule (I), dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R'<sub>20</sub> sont tels que définis précédemment,

composés de formule (XVI/b) dont la fonction alcool est estérifiée en présence d'un composé de formule

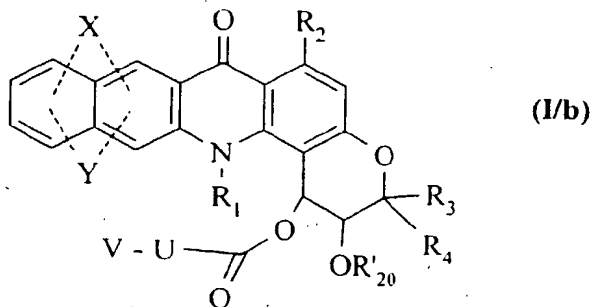
35



40

ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O tels que définis précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/b) :

45

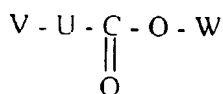


50

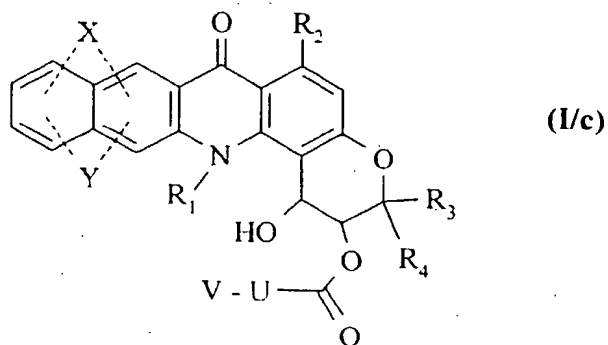
55

cas particulier des composés de formule (I), dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R'<sub>20</sub>, U et V sont tels que définis précédemment,

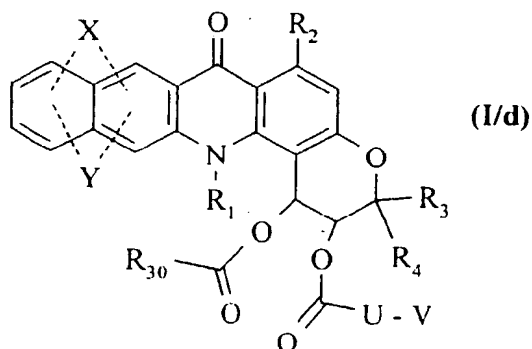
❖ soit à l'action directe d'un composé de formule



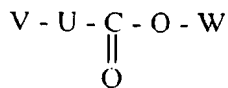
ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O, tels que définis précédemment, en présence d'une base, telle que la triéthylamine ou la 4-diméthylaminopyridine, afin d'obtenir les composés de formule (I/c), cas particulier des composés de formule (I) :



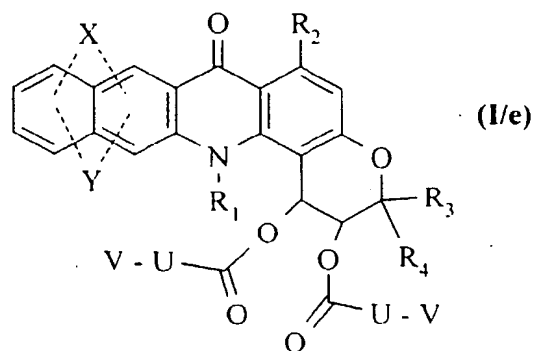
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, composé de formule (I/c), qui peut être soumis à nouveau, dans les mêmes conditions opératoires, à l'action d'un anhydride de formule (R<sub>30</sub>CO)<sub>2</sub>O dans laquelle R<sub>30</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, pour conduire aux composés de formule (I/d) :



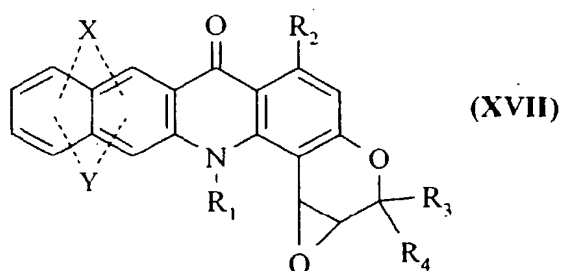
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>30</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, ou composé de formule (I/c) qui peut être traité de nouveau avec un composé de formule



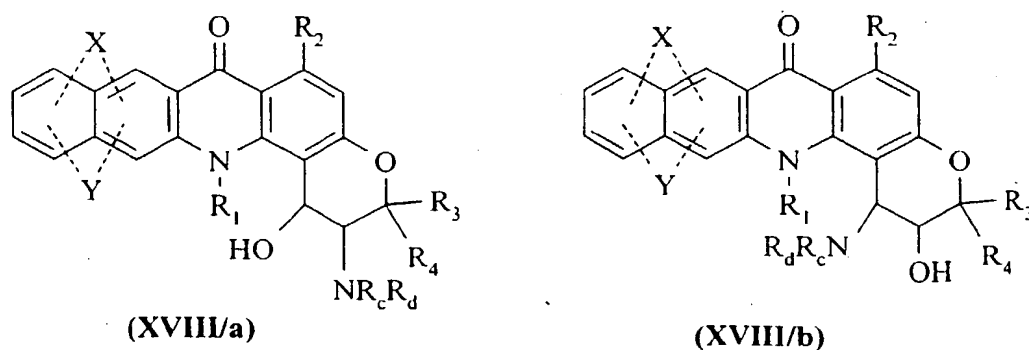
ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O tels que définis précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/e), cas particulier des composés de formule (I) :



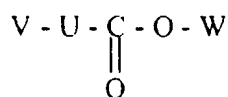
15 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, U et V ont la même signification que dans la formule (I), étant entendu que les deux groupements U et les deux groupements V peuvent être chacun identique ou différent, c) ⇒ soit à l'action d'un peracide, comme l'acide m-chloroperbenzoïque, pour conduire au composé de formule (XVII) :



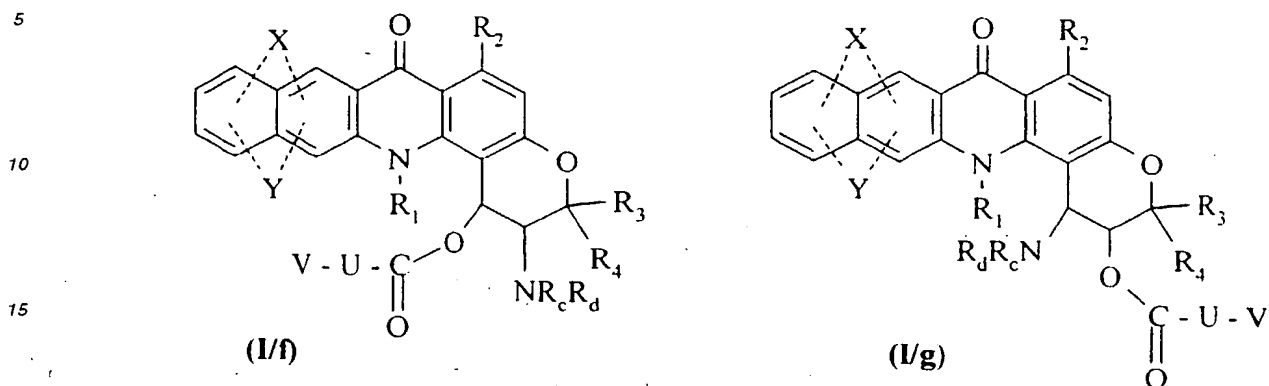
30 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, sont tels que définis précédemment, composé de formule (XVII) qui est traité éventuellement par de l'ammoniaque ou une amine primaire ou secondaire pour conduire aux composés de formule (XVIII/a) et/ou (XVIII/b) suivant la nature des réactifs :



50 dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, sont tels que définis précédemment, et R<sub>c</sub> et R<sub>d</sub> représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, composés de formules (XVIII/a) et (XVIII/b) qui sont mis en présence d'un composé de formule



tel que défini précédemment, pour conduire respectivement aux composés de formules (I/f) et (I/g), cas particuliers des composés de formule (I) :



20 dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>c</sub>, R<sub>d</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, les composés (I/a) à (I/g) formant l'ensemble des composés de l'invention qui sont purifiés, le cas échéant, selon une technique classique de purification, qui peuvent, si on le désire, être séparés en leurs différents isomères selon une technique classique de séparation et qui sont transformés, si on le souhaite, en leurs N-oxydes et, le cas échéant, en leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

25 **[0018]** Les composés de formule (II), (III), (V), (VII), (VIII) et (XI) sont soit des composés commerciaux, soit obtenus selon les méthodes classiques de la synthèse organique. Les composés de formule (VIII) sont notamment obtenus selon les conditions décrites dans *Chem. Ber.* 1978, 191, 439. La réaction de condensation entre les composés de formule (VII) et les composés de formule (VIII) est notamment décrite dans la revue *Heterocycles*, 1992, 34(4), 799-806.

30 **[0019]** Les composés de formule (I) présentent des propriétés antitumorales particulièrement intéressantes. Ils ont une excellente cytotoxicité in vitro sur des lignées cellulaires, issues de tumeurs murines et humaines, due à un blocage spécifique du cycle cellulaire, et sont actifs in vivo, chez la souris, sur des tumeurs transplantables murines et humaines. Les propriétés caractéristiques de ces composés permettent leur utilisation en thérapeutique en tant qu'agents anti-tumoraux.

35 **[0020]** La présente invention a également pour objet les compositions pharmaceutiques contenant comme principe actif au moins un composé de formule (I), ses isomères optiques, N-oxydes ou un de ses sels d'addition à une base ou un acide pharmaceutiquement acceptable, seul ou en combinaison avec un ou plusieurs excipients ou véhicules inertes, non toxiques, pharmaceutiquement acceptables.

40 **[0021]** Parmi les compositions pharmaceutiques selon l'invention, il sera cité plus particulièrement celles qui conviennent pour l'administration orale, parentérale (intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée), per ou transcutanée, nasale, rectale, perlinguale, oculaire ou respiratoire, et notamment les comprimés simples ou dragéifiés, les comprimés sublinguaux, les gélules, les capsules, les suppositoires, les crèmes, les pommades, les gels dermiques, les préparations injectables ou buvables, les aérosols, les gouttes oculaires ou nasales, etc...

45 **[0022]** La posologie utile varie selon l'âge et le poids du patient, la voie d'administration, la nature et la sévérité de l'affection et la prise de traitements éventuels associés et s'échelonne de 0,5 mg à 500 mg en une ou plusieurs prises par jour.

**[0023]** Les exemples suivants illustrent l'invention mais ne la limitent en aucune façon.

**[0024]** Les produits de départ utilisés sont des produits connus ou préparés selon des modes opératoires connus.

**[0025]** Les structures des composés décrits dans les exemples et les préparations ont été déterminées selon les techniques spectrophotométriques usuelles (infrarouge, résonance magnétique nucléaire,...).

50 **PREPARATION A : (±) cis-1,2-Dihydroxy-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano [3,2-h]acridin-7-one**

55 **Stade A : 1,3-Dihydroxy-5,12-dihydro-benzo[b]acridin-12-one**

**[0026]** A une solution de 5 g d'acide 3-amino-2-naphtalène carboxylique dans 50 ml d'heptane-1-ol sont additionnés 3,5 g de 1,3,5-trihydroxybenzène et 62,5 mg d'acide paratoluène sulfonique. Le mélange est maintenu sous agitation pendant 48 heures à reflux avec un Dean Stark, puis le mélange réactionnel est concentré sous vide. Le résidu est

chromatographié sur gel de silice (éluant : cyclohexane/acétone : 90/10). Le produit isolé est cristallisé dans un mélange cyclohexane/acétone et permet d'obtenir 5,2 g du produit attendu.

**Stade B : 6-Hydroxy-3,3-diméthyl-7,14-dihydro-3H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0027] A une solution de 2 g du produit du stade A dans 50 ml de diméthylformamide anhydre, sous atmosphère inerte, sont additionnés 2 g de carbonate de potassium anhydre. Après 15 minutes d'agitation à 65°C, 2,4 g d'iode de potassium anhydre et 4,4 g de 3-chloro-3-méthyl-1-butyne sont ajoutés et le milieu réactionnel est maintenu 24 heures à 65°C puis 1 heure 30 à 130°C. Après refroidissement, la solution est hydrolysée puis extraite au dichlorométhane. Les phases organiques rassemblées sont lavées à l'eau, puis par une solution de potasse 1M, séchées sur produit attendu sont isolés.

**Point de fusion : 225°C**

**Stade C : 6-Méthoxy-3,3,14-triméthyl-7,14-dihydro-3H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0028] A une solution de 0,5 g de produit du stade B dans 20 ml de diméthylformamide anhydre, sont additionnés lentement, à 0°C sous atmosphère inerte, 0,16 g d'hydrure de sodium, puis après 15 minutes 0,65 ml de diméthylsulfate (6 équivalents). Après 1 heure, le milieu réactionnel est hydrolysé par de la glace puis extrait à l'acétate d'éthyle. Après lavage de la phase organique par une solution aqueuse de soude, celle-ci est séchée sur sulfate de sodium, puis évaporée sous vide. Une chromatographie sur gel de silice (cyclohexane/acétone : 98/2) permet d'isoler 0,42 g du produit attendu.

**Point de fusion : 188°C**

**Stade D : (±) cis-1,2-Dihydroxy-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0029] A une solution de 2 g du produit du stade C et de 0,9 g de 4-méthylmorpholine-N-oxyde monohydrate dans 40 ml d'un mélange t-butanol/tétrahydrofurane/eau (10/3/1) est additionné 2,5 % de tétraoxyde d'osmium en solution dans 3,8 ml de 2-méthyl-2-propanol. Après 2 jours à température ambiante, 105 ml d'une solution saturée en NaHSO<sub>3</sub> sont ajoutés et le milieu réactionnel est maintenu 1 heure sous agitation, puis extrait au dichlorométhane. Les phases organiques rassemblées sont séchées sur sulfate de sodium et concentrées sous vide. Une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/méthanol : 95/5) permet d'isoler 1,3 g du produit attendu.

**Point de fusion : 194°C**

**PRÉPARATION B : (±)-cis-1,2-Dihydroxy-6-(diméthylaminoéthylamino)-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

**Stade A : 6-(Diméthylaminoéthylamino)-3,3,14-triméthyl-7,14-dihydro-3H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0030] A 0,15 g du produit obtenu au stade C de la préparation A est additionné 4 ml de N,N-diméthyléthylènediamine. Après 5 jours de réaction à 70 °C sous atmosphère inerte, le milieu réactionnel est évaporé sous pression réduite. Le résidu obtenu est chromatographié sur gel de silice (cyclohexane/acétate d'éthyle : 80/20) permettant d'isoler le produit attendu.

**Point de fusion : huile**

**Spectre de masse : (DIC/NH<sub>3</sub>) : m/z : 428 (M+H)<sup>+</sup>**

**Stade B : (±)-cis-1,2-Dihydroxy-6-(diméthylaminoéthylamino)-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0031] On procède comme dans le stade D de la préparation A en utilisant comme substrat le produit obtenu au stade précédent.

**PRÉPARATION C : (±)-cis-1,2-Dihydroxy-6-(diéthylaminopropylamino)-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

[0032] On procède comme dans la préparation B, des stades A à B, en utilisant comme réactif au stade A, la N,N-diéthylpropylidiamine.

**PREPARATION D : cis-6-[(2-Morpholin-4-yl)éthylamino]-1,2-dihydroxy-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h] acridin-7-one**

5 [0033] On procède comme dans la préparation B, des stades A à B, en utilisant comme réactif au stade A, la 4-(2-aminoéthyl)morpholine.

**PREPARATION E : cis-10,11-Dichloro-1,2-dihydroxy-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h] acridin-7-one**

10 [0034] On procède comme dans la préparation A, des stades A à D, en utilisant comme substrat au stade A l'acide 3-amino-6,7-dichloro-2-naphtalène-carboxylique.

**PREPARATION F : cis-1,2-Dihydroxy-6,9,12-triméthoxy-3,3,14-triméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h] acridin-7-one**

15 [0035] On procède comme dans la préparation A, des stades A à D, en utilisant comme substrat au stade A l'acide 3-amino-5,8-diméthoxy-2-naphtalène-carboxylique.

**Préparation G : cis-1,2-Dihydroxy-6-méthoxy-3,3-diméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one****Stade A : Acide 3-[(7-méthoxy-2,2-diméthyl-2H-chromèn-5-yl)amino]-2-naphthoïque**

25 [0036] Un mélange de 1,2 mmole de 5-amino-6-méthoxy-2,2-diméthylchromène, 1,2 mmol d'acide 2-bromo-3-benzoïque, 0,327 g d'acétate de potassium, et 12 mg d'acétate de cuivre est mis en suspension dans 8 ml de 2-propanol et 0,25 ml de triéthylamine puis chauffé à reflux pendant 24 heures. Le milieu réactionnel est ensuite concentré sous pression réduite, repris par un mélange CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/HCl 1N, extrait au dichlorométhane, séché et évaporé. Une chromatographie sur gel de silice du résidu (cyclohexane/acétate d'éthyle : 1/1) permet d'isoler le produit attendu.

30 **Spectre de masse (DIC/NH<sub>3</sub>) : 376 [M+H]<sup>+</sup>**

**Stade B : 6-Méthoxy-3,3-diméthyl-3,14-dihydro-7H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

35 [0037] 1,02 mmol du composé obtenu au stade A dans 14 ml de dichlorométhane est traité par 1 ml d'acide trifluoroacétique. Après 2 heures à température ambiante, le milieu réactionnel est évaporé. Le résidu est repris par un mélange de dichlorométhane et d'une solution saturée en NaHCO<sub>3</sub>, extrait au dichlorométhane, lavé par une solution de soude à 10 % puis réextrait au dichlorométhane. Après traitement classique, une chromatographie de résidu sur gel de silice (dichlorométhane/méthanol : 98/2) permet d'isoler le produit attendu.

**Spectre de masse I.E. : m/z : 357 (M<sup>+</sup>) ; 342 (M-15)<sup>+</sup>**

**Stade C : cis-1,2-dihydroxy-6-méthoxy-3,3-diméthyl-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-7-one**

45 [0038] Un mélange de 0,279 mmol du composé obtenu au stade B, d'une solution de tétraoxyde d'osmium à 2,5 % dans 3,8 ml de 2-méthyl-2-propanol et de 60 mg de N-oxyde de 4-méthylmorpholine est mis en solution dans 5 ml d'un mélange 10/3/1 de tBuOH/tétrahydrofurane/H<sub>2</sub>O. Après 24 heures d'agitation à température ambiante, 5 ml d'une solution saturée de NaHSO<sub>3</sub> est ajoutée. Après 1 heure d'agitation, le milieu réactionnel est extrait au dichlorométhane. La phase organique est ensuite séchée puis concentrée sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice du résidu (dichlorométhane/méthanol : 97/3) permet d'isoler le produit attendu.

50 **Spectre de masse (DIC/NH<sub>3</sub>) : 392 [M+H]<sup>+</sup>**

**EXEMPLE 1 : Acide (±)-cis-4-[[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy]-4-oxobutanoïque**

55 [0039] A une solution de 0,74 mmol du composé de la préparation A dans 7 ml de pyridine anhydre sont ajoutés 5 équivalents d'anhydride succinique et 1 mg de diméthylaminopyridine. Après 17 heures d'agitation à température ambiante et dans l'obscurité, 25 ml d'anhydride acétique sont ajoutés. Le milieu réactionnel est refroidi à -15°C et l'agitation est maintenue 1 heure 30. Le milieu réactionnel est ensuite concentré sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/méthanol) permet d'isoler le produit attendu.



**Spectre de masse : (FAB) :  $m/z = 548 [M+H]^+$**

**Point de fusion : 154° C**

**EXEMPLE 2 : Acide ( $\pm$ )-*cis*-4- $\{[1-(\text{acétyloxy})-6-\{2-(\text{diméthylamino})\text{éthyl}\}\text{amino}]-3,3,14\text{-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo}[b]\text{pyrano}[3,2-h]\text{acridin-2-yl}\}\text{oxy}\}-4\text{-oxobutanoïque}$**

[0040] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation B.

**EXEMPLE 3 : Acide ( $\pm$ )-*cis*-5- $\{[1-(\text{acétyloxy})-6\text{-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo}[b]\text{pyrano}[3,2-h]\text{acridin-2-yl}\}\text{oxy}\}-5\text{-oxopentanoïque}$**

[0041] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'anhydride glutarique à la place de l'anhydride succinique.

**Spectre de masse : (DIC/NH<sub>3</sub>) :  $m/z = 562 [M+H]^+$**

**Point de fusion : 155° C**

**EXEMPLE 4 : ( $\pm$ )-*cis*-1-(Acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl-2,3-dihydroxypropanoate**

**Stade A : ( $\pm$ )-*cis*-1-(Acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl acrylate**

[0042] A une solution de 0,5 mmol du composé de la préparation A dans 3 ml de pyridine anhydre est ajouté 0,6 mmol de chlorure d'acryloyle. Après 2,5 jours d'agitation à température ambiante et dans l'obscurité, 2 ml d'anhydride acétique sont additionnés et l'agitation est maintenue pendant 48 heures. Le milieu réactionnel est ensuite concentré sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane) permet d'isoler le produit attendu.

**Spectre de masse : (DIC/NH<sub>3</sub>) :  $m/z = 502 [M+H]^+$**

**Stade B : ( $\pm$ )-*cis*-1-(Acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl-2,3-dihydroxypropanoate**

[0043] A une suspension de 0,4 mmol du composé obtenu dans le stade A dans 5 ml d'un mélange *tert*-butanol/tétrahydrofurane/eau (10/3/1 volume à volume), sont ajoutés 1 ml de solution de trétoxyde d'osmium à 2,5 % dans le *tert*-butanol et 4,4 mmol de 4-méthylmorpholine-N-oxyle monohydraté. Après 2 jours d'agitation à température ambiante, 50 ml d'une solution aqueuse saturée de NaHCO<sub>3</sub> sont additionnés. Après une heure d'agitation, extraction au dichlorométhane, et concentration sous pression réduite, une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/méthanol : 96/4) permet d'isoler le produit attendu.

**Spectre de masse : (DIC/NH<sub>3</sub>) :  $m/z = 536 [M+H]^+$**

**EXEMPLE 5 : ( $\pm$ )-*cis*-1-(Acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl-2- $\{[tert\text{-butoxycarbonyl}]\text{amino}\}\text{acétate}$**

[0044] A une solution de 0,5 mmol du composé de la Préparation A et 0,5 mmol d'acide 2- $\{[tert\text{-butoxycarbonyl}]\text{amino}\}\text{acétique}$  dans 10 ml de diméthylformamide, refroidie à 0°C, est ajouté lentement 0,6 mmol de dicyclohexylcarbodiimide. Le milieu réactionnel est maintenu 5 heures à 0°C puis 16 heures à température ambiante. Après filtration et évaporation sous pression réduite, le résidu est mis en solution dans 2 ml de pyridine anhydre, additionné de 2 ml d'anhydride acétique, et agité à température ambiante et à l'obscurité pendant 48 heures. Après concentration sous pression réduite du milieu réactionnel, une chromatographie sur gel de silice du résidu (dichlorométhane) permet d'isoler le produit attendu.

**Spectre de masse : (DIC/NH<sub>3</sub>) :  $m/z = 605 [M+H]^+$**

**EXEMPLE 6 : ( $\pm$ )-*cis*-1-(Acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl-2-aminoacétate**

[0045] A une solution de 0,1 mmol du composé de l'exemple 5 dans 1 ml de chloroforme est additionné à température ambiante 0,14  $\mu$ l d'iodotriméthylsilane. Le milieu réactionnel est agité 5 minutes à température ambiante puis évaporé à sec sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/méthanol : 85/15) permet d'isoler le produit attendu.

**Spectre de masse** : (DIC/NH<sub>3</sub>) : m/z = 505 [M+H]<sup>+</sup>

**Exemple 7** : Acide (±)-*cis*-4-([1-[(3-carboxypropanoyl)oxy]-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*] acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0046] Le produit est isolé lors de la chromatographie du composé de l'exemple 1.

**Spectre de Masse (FAB)** : m/z : 606 [M+H]<sup>+</sup>

**Point de fusion** : 128° C

**Exemple 8** : Acide *cis*-4-([1-(acétyloxy)-10,11-dichloro-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*] acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0047] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation E.

**Exemple 9** : Acide *cis*-4-([1-(acétyloxy)-6,9,12-triméthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0048] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation F.

**Exemple 10** : Acide *cis*-4-([1-(acétyloxy)-6-[[3-(diéthylamino)propyl]amino]-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*] acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0049] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation C.

**Exemple 11** : Acide *cis*-4-([1-(acétyloxy)-3,3,14-triméthyl-6-[[2-(4-morpholinyl)éthyl]amino]-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*] acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0050] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation D.

**Exemple 12** : Acide *cis*-4-([6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-1-(propionyloxy)-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0051] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'anhydride propionique à la place de l'anhydride acétique.

**Exemple 13** : Acide *cis*-4-([1-(isobutyryloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0052] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'anhydride isobutyrique à la place de l'anhydride acétique.

**Exemple 14** : Acide *cis*-4-([1-(benzoyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0053] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'anhydride benzoïque à la place de l'anhydride acétique.

**Exemple 15** : Acide *cis*-4-([6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-1-(pentanoyloxy)-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque

[0054] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'anhydride valérique à la place de l'anhydride acétique.

**Exemple 16** : *cis*-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1*H*-benzo[*b*]pyrano[3,2-*h*]acridin-2-yl] (diméthylamino)acétate

[0055] 300 mg du composé de la préparation A est mis en solution dans 4 mL de diméthyl formamide anhydre à 0°C. Le milieu est additionné de 90 mg de 4-diméthylaminopyridine et de 152 mg de *N,N*-diméthylglycine. Après un

repos de 5 minutes à 0°C, on ajoute 142 mg de chlorhydrate de 1-(3-diméthylaminopropyl)-3-éthylcarbodiimide. Le milieu réactionnel est agité pendant 4 heures puis additionné de 2 ml d'eau glacée. Le milieu est extrait par du dichlorométhane. Les solutions organiques sont réunies, séchées sur sulfate de sodium anhydre, filtrées puis distillées sous pression réduite. Le résidu obtenu fournit, après chromatographie sur gel de silice (CH<sub>2</sub>Cl/MeOH : 85/15) le produit attendu.

**Spectre de masse (DIC/NH<sub>3</sub>) : 533 [M+H]<sup>+</sup>**

**Exemple 17 : cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]-4-(diméthylamino)butanoate**

[0056] On procède comme dans l'exemple 16 en utilisant comme réactif l'acide 4-diméthylaminobutyrique à la place de la N,N-diméthylglycine.

**Exemple 18 : cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl] (acétylamino)acétate**

[0057] On procède comme dans l'exemple 16 en utilisant comme réactif la N-acétylglycine à la place de la N,N-diméthylglycine.

**Spectre de Masse (DIC/NH<sub>3</sub>) : 547 [M+H]<sup>+</sup>**

**Exemple 19 : Acide cis-4-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3-diméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque**

[0058] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation G.

**Exemple 20 : sel de lysine d'Acide (±) cis-4-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque**

[0059] 0,1 g du composé de l'exemple 1 est dissout dans 20 ml d'éthanol en présence d'un équivalent d'hydrate de lysine. La solution est agitée pendant 30 minutes puis évaporée et concentrée sous pression réduite permettant d'isoler le produit attendu sous forme de sel.

**Exemple 21 : sel de lysine d' Acide (±) cis-4-([1-(3-carboxypropanoyl)oxy]-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque**

[0060] On procède comme dans l'exemple 20 en utilisant comme substrat le composé de l'exemple 7 et 2 équivalents de lysine.

**Exemple 22 : Acide cis-5-([1-(4-carboxybutanoyl)oxy]-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-5-oxopentanoïque**

[0061] Le produit est isolé lors de la chromatographie du composé de l'exemple 3.

**Spectre de Masse (DIC/NH<sub>3</sub>) : 634 [M+H]<sup>+</sup>**

**Point de fusion : 118°C**

**Exemple 23 : Acide cis-5-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-2,4-diméthyl-5-oxopentanoïque**

[0062] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'acide 2,4-diméthylglutarique à la place de l'anhydride succinique.

**Exemple 24 : Acide cis-5-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-3-hydroxy-3-méthyl-5-oxopentanoïque**

[0063] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'acide 3-hydroxy-3-méthyl-glutarique à la place de l'anhydride succinique.

**Exemple 25 : cis-1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano [3,2-h]acridin-2-yl 5-(benzylamino)-5-oxopentanoate**

[0064] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'acide benzylglutamique à la place de l'anhydride succinique.

**Exemple 26 : cis-1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano [3,2-h]acridin-2-yl 5-(4-méthoxyphényl)-5-oxopentanoate**

[0065] On procède comme dans l'exemple 1 en utilisant comme réactif l'acide 5-(4-méthoxyphényl)-5-oxovalérique à la place de l'anhydride succinique.

**ETUDE PHARMACOLOGIQUE DES COMPOSES DE L'INVENTION****EXEMPLE 27 : Activité in vitro**

[0066] La leucémie murine L1210 et le carcinome du colon humain HT-29 ont été utilisés in vitro. Les cellules sont cultivées dans du milieu de culture RPMI 1640 complet contenant 10 % de sérum de veau foetal, 2 mM de glutamine, 50 U/ml de pénicilline, 50 µg/ml de streptomycine et 10 mM d'Hepes, pH : 7,4. Les cellules sont réparties dans des microplaques et exposées aux composés cytotoxiques pendant 4 temps de doublement, soit 48 heures (L1210) ou 96 heures (HT-29). Le nombre de cellules viables est ensuite quantifié par un essai colorimétrique, le Microculture Tetrazolium Assay (J. Carmichael et al., Cancer Res., 47, 936-942, (1987)). Les résultats sont exprimés en IC<sub>50</sub>, concentration en cytotoxique qui inhibe à 50 % la prolifération des cellules traitées. A titre d'exemple, les composés des exemples 1 et 7 montrent respectivement un IC<sub>50</sub> de 2 µM et 2,3 µM, démontrant ainsi leur plus grande activité que le composé de référence, l'acronycine.

**EXEMPLE 28 : Activité in vivo****1- Activité antitumorale sur la leucémie P 388**

[0067] La lignée P 388 (leucémie murine) a été fournie par le National Cancer Institute (Frederick, USA). Les cellules tumorales (10<sup>6</sup> cellules) ont été inoculées au jour 0 dans la cavité péritonéale de souris B6D2F1 femelles (Iffa Credo, France). Six souris de 18 à 20 g ont été utilisées par groupe expérimental. Les produits ont été administrés par voie intrapéritonéale au jour 1.

L'activité antitumorale est exprimée en % de T/C :

$$\text{TIC \% (survie)} = \frac{\text{Temps de survie médian des animaux traités}}{\text{Temps de survie médian des animaux contrôles}} \times 100$$

[0068] Les composés de l'invention sont très actifs dans ce modèle, alors que l'acronycine n'est que marginalement active, et induisent des T/C > 150 % à des doses inférieures à 100 mg/kg.

**2- Activité antitumorale sur l'adénocarcinome du colon C38**

[0069] Les fragments tumoraux d'adénocarcinome du colon C38, pesant environ 30 mg, ont été implantés au jour 0 sous la peau de souris B6D2F1 (Iffa Credo, France).

Après croissance de la tumeur, les souris ont été séparées en groupes contrôle (18 animaux) et traité (6 à 7 animaux), homogènes quant à la taille tumorale. Les produits ont été administrés par voie i.v. une fois par semaine pendant 3 semaines (aux jours 10, 17 et 24), à leur Dose Maximale Tolérée (MTD), MTD/2 et MTD/4.

Les tumeurs ont été mesurées deux fois par semaine et les volumes tumoraux ont été calculés suivant la formule :

$$\text{Volume (mm}^3\text{)} = \text{longueur (mm)} \times \text{largeur (mm}^2\text{)} / 2.$$

L'activité antitumorale est exprimée en % de T/C :

$$\% \text{ TIC} = \frac{\text{Vt/V0 médian des animaux traités}}{\text{Vt/V0 médian des animaux contrôle}} \times 100$$

V0 et Vt étant respectivement le volume initial de la tumeur et son volume au temps de mesure t.

[0070] La dose optimale est la dose qui donne le T/C le plus bas sans toxicité (mort prématurée ou perte de poids

supérieure à 20%).

[0071] Les composés de l'invention se sont révélés plus actifs, dans ce modèle, que le composé de référence constitué par l'acronycine permettant de démontrer leur fort potentiel thérapeutique.

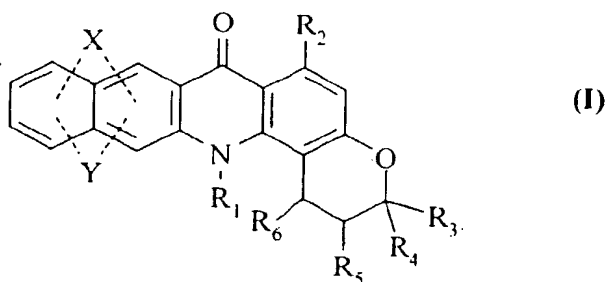
5 **EXEMPLE 29 : Composition pharmaceutique : soluté injectable**

[0072]

Composé de l'exemple 1	10 mg
Eau distillée pour préparations injectables	25 ml

10 **Revendications**

15 1. Composés de formule (I) :



30 dans laquelle :

35 X, Y, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un groupement choisi parmi atome d'hydrogène, d'halogène, groupement hydroxy, mercapto, cyano, nitro, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, trihalogénoalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, amino (éventuellement substitué par un ou deux groupements, identiques ou différents, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés eux-mêmes éventuellement substitués par un groupement alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié ou par un groupement de formule -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans laquelle R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou forment ensemble un groupement méthylènedioxy ou un groupement éthylènedioxy, étant entendu que les substituants X et Y peuvent être présents sur l'un ou l'autre des deux cycles benzéniques adjacents,

40 R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

45 R<sub>2</sub> représente :

- 50
- un atome d'hydrogène,
  - un groupement hydroxy,
  - un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
  - un groupement alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substitué par un groupement choisi parmi :
- 55
- \* groupement de formule NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou un groupement hydroxyalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
  - \* et hétérocycle saturé ou insaturé, monocyclique ou bicyclique, de 5 à 7 chaînons comportant un ou deux hétéroatomes choisis parmi oxygène, azote et soufre,
- un groupement alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

- ou un groupement amino éventuellement substitué :

- \* par un ou deux groupements, identiques ou différents, alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- \* par un groupement alkylcarbonyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substitué par un groupement -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> avec R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub> tels que définis précédemment,
- \* par un groupement de formule -R<sub>11</sub>-NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub>, dans laquelle R<sub>11</sub> représente un groupement alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié et R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre représentent un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou un groupement hydroxyalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- \* par un groupement alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, substitué par un hétérocycle saturé ou insaturé, monocyclique ou bicyclique, de 5 à 7 chaînons comportant un ou deux hétéroatomes choisis parmi oxygène, azote et soufre,
- \* ou par un groupement de formule -R<sub>11</sub>-CO-R<sub>12</sub> dans laquelle R<sub>11</sub> est tel que défini précédemment, et R<sub>12</sub> représente un groupement hydroxy ou alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, identiques ou différents, indépendamment l'un de l'autre, représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

R<sub>5</sub> et/ou R<sub>6</sub> représente(nt) un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle :

- U représente une chaîne alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, éventuellement substituée par un ou plusieurs groupements, identiques ou différents, choisis parmi aryle, hydroxy et alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- V représente un groupement choisi parmi :

- \* carboxy,
- \* -CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> dans lequel R<sub>13</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié (éventuellement substitué par un ou plusieurs groupements hydroxy), aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- \* hydroxy,
- \* alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- \* -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, sont tels que définis précédemment,
- \* -NR<sub>7</sub>-CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>13</sub> sont tels que définis précédemment,
- \* -NR<sub>7</sub>-COR<sub>13</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>13</sub> sont tels que définis précédemment,
- \* -COR<sub>13</sub> dans lequel R<sub>13</sub> est tel que défini précédemment,
- \* et -CO-NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> dans lequel R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub>, identiques ou différents, sont tels que définis précédemment,

et dans le cas où un seul des deux groupements R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> représente un groupement de formule -O-CO-U-V, alors l'autre desdits groupements R<sub>5</sub> ou R<sub>6</sub> représente un groupement Z choisi parmi :

- hydroxy,
- alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- arylcarbonyloxy,
- arylalkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- et amino éventuellement substitué par un ou deux groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés, identiques ou différents,

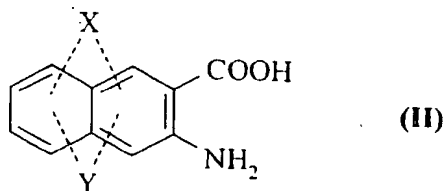
leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

2. Composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

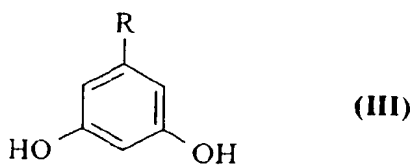
3. Composés de formule (I) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisés en ce que R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, identiques, représentent chacun un groupement méthyle, leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

4. Composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que R<sub>2</sub> représente un groupement alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, ou un groupement amino éventuellement substitué tel que défini dans la formule (I), leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
5. Composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que R<sub>5</sub> représente un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U et V sont tels que définis dans la formule (I) et R<sub>6</sub> représente un groupement Z tel que défini dans la formule (I), leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
6. Composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que R<sub>6</sub> et R<sub>5</sub>, identiques, représentent chacun un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U et V sont tels que définis dans la formule (I), leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
7. Composés de formule (I) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 5 caractérisés en ce que R<sub>5</sub> représente un groupement de formule -O-CO-U-V dans laquelle U représente une chaîne alkylène (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>) linéaire et V représente un groupement choisi parmi carboxy, -NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub>, -NR<sub>7</sub>-CO<sub>2</sub>R<sub>13</sub> et -NR<sub>7</sub>-COR<sub>13</sub> dans lesquels R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> et R<sub>13</sub>, identiques ou différents, représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
8. Composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que R<sub>6</sub> représente un groupement alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
9. Composés de formule (I) selon la revendication 1 qui sont le :
- acide (±)-cis-4-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque,
  - acide (±)-cis-4-([1-((3-carboxypropanoyl)oxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-4-oxobutanoïque,
  - acide (±)-cis-5-([1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]oxy)-5-oxopentanoïque,
  - cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl](diméthylamino)acétate,
  - et cis-[1-(acétyloxy)-6-méthoxy-3,3,14-triméthyl-7-oxo-2,3,7,14-tétrahydro-1H-benzo[b]pyrano[3,2-h]acridin-2-yl]-4-(diméthylamino)butanoate,
- leurs isomères, N-oxydes, ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.
10. Procédé de préparation des composés de formule (I) selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'on fait réagir :

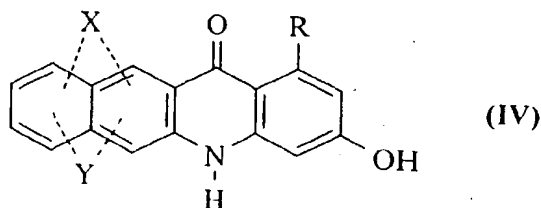
- soit un dérivé de l'acide 3-amino-2-naphtalène carboxylique (II) :



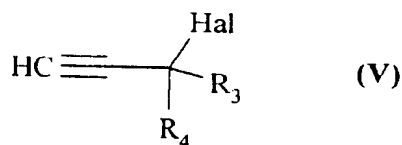
dans laquelle X et Y sont tels que définis dans la formule (I),  
avec un dérivé du phloroglucinol de formule (III) :



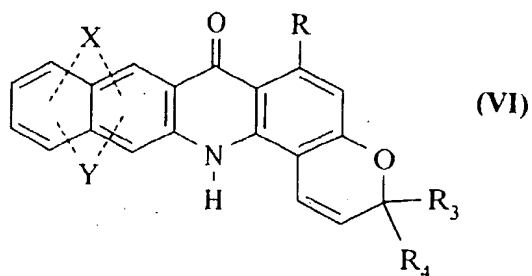
10 dans laquelle R représente un atome d'hydrogène, un groupement hydroxy ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, pour conduire aux composés de formule (IV) :



25 dans laquelle X, Y et R sont tels que définis précédemment, qui sont ensuite traités en condition basique dans un solvant aprotique par un alcyne de formule (V) :

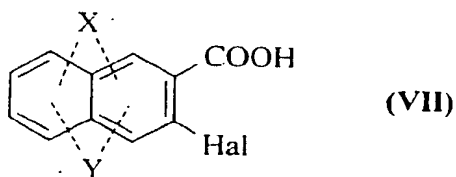


35 dans laquelle Hal représente un atome d'halogène et R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis dans la formule (I), pour conduire aux composés de formule (VI) :



45 dans laquelle X, Y, R, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,

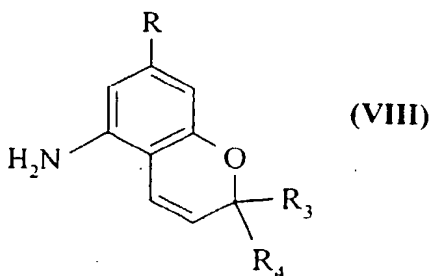
- 50 • soit un dérivé de l'acide 3-halogéno-2-naphtalène carboxylique de formule (VII) :



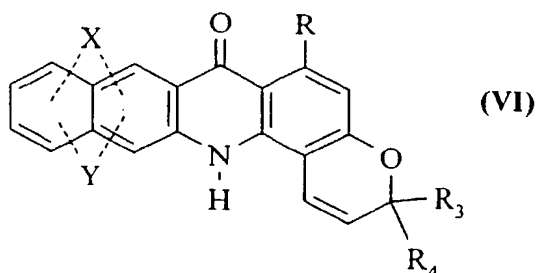
55 dans laquelle X et Y sont tels que définis dans la formule (I) et Hal représente un atome d'halogène,



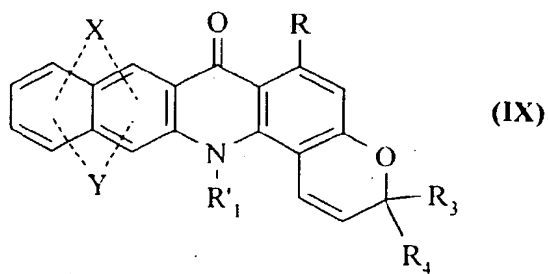
avec un dérivé amino-chromène de formule (VIII) :



15 dans laquelle  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis dans la formule (I) et R a la même signification que précédemment, pour conduire également aux composés de formule (VI) :



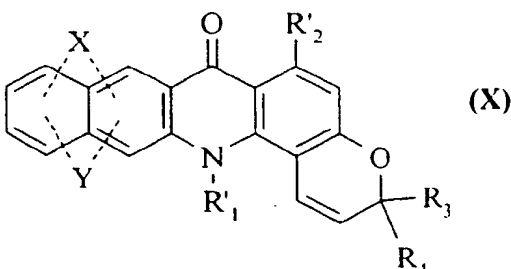
30 dans laquelle X, Y, R,  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis précédemment, composés de formule (VI) dont l'atome d'azote est éventuellement substitué, par action d'un halogénure d'alkyle ou d'un sulfate de dialkyle en présence d'un agent de déprotonation, en solvant polaire aprotique, permettant d'obtenir les composés de formule (IX) :



45 dans laquelle X, Y, R,  $R_3$  et  $R_4$  sont tels que définis précédemment, et  $R'_1$  représente un groupement alkyl ( $C_1-C_6$ ) linéaire ou ramifié, composés de formule (IX) qui sont soumis à l'action d'un agent alkylant tel qu'un sulfate de dialkyle, ou d'un agent acylant, pour conduire aux composés de formule (X) :

50

55

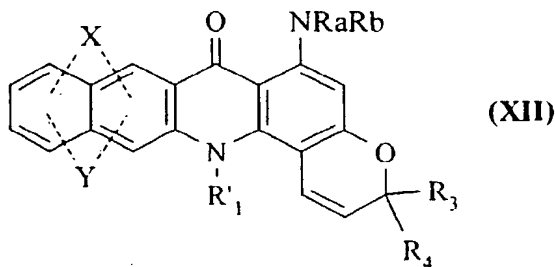


15 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment et R'<sub>2</sub> représente un groupement alkoxy (éventuellement substitué par un groupement de formule NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub> sont tels que définis dans la formule (I)), ou alkylcarbonyloxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, composé de formule (X) qui est traité, dans le cas où R'<sub>2</sub> représente un groupement alkoxy par exemple, par un composé de formule (XI) :

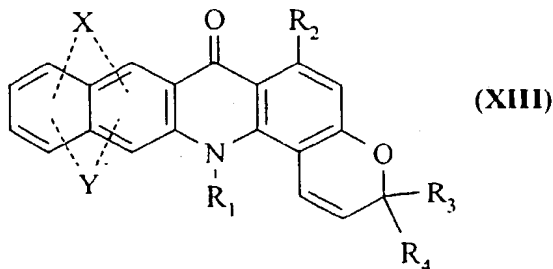


25 dans laquelle Ra représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et Rb représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, un groupement de formule -R<sub>11</sub>-NR<sub>9</sub>R<sub>10</sub> dans laquelle R<sub>11</sub>, R<sub>10</sub> et R<sub>9</sub> sont tels que définis dans la formule (I), un groupement alkylcarbonyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié la partie alkyle étant éventuellement substituée par un groupement NR<sub>7</sub>R<sub>8</sub> tel que défini dans la formule (I), un groupement hétérocycloalkylène (les termes alkylène et hétérocycle ayant la même signification que dans la formule (I)) ou un groupement de formule -R<sub>11</sub>-CO-R<sub>12</sub> dans laquelle R<sub>11</sub> et R<sub>12</sub> ont la même définition que dans la formule (I),

30 pour conduire aux composés de formule (XII) :

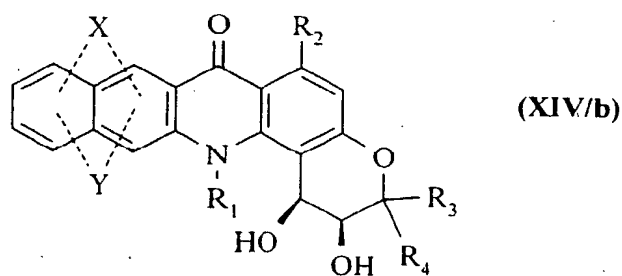
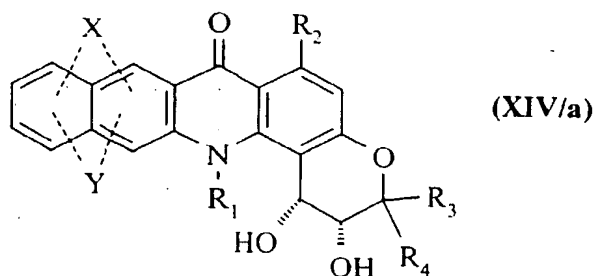


45 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, Ra et Rb sont tels que définis précédemment, l'ensemble des composés de formule (VI), (IX), (X) et (XII) formant les composés de formule (XIII) :



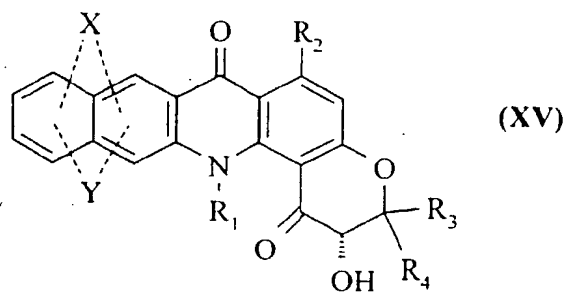
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> ont la même signification que dans la définition générale de la formule (I), composés de formule (XIII) qui sont soumis,

a)  $\Rightarrow$  soit à l'action du tétraoxyde d'osmium en milieu polaire et en présence de 4-méthylmorpholine-N-oxyde, pour conduire aux composés de formules (XIV/a) et (XIV/b) :



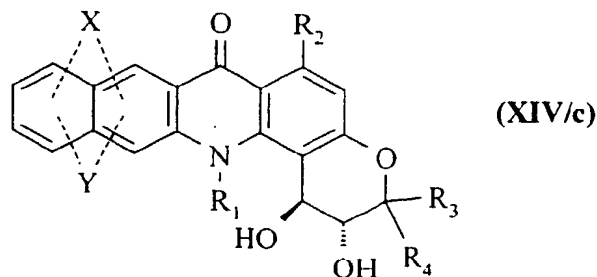
30

dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment, les composés de formule (XIV/a) et (XIV/b) pouvant aussi être obtenus séparément par synthèse chirale et notamment par *cis* dihydroxylation asymétrique à partir du composé (XIII) en utilisant des ligands chiraux, b)  $\Rightarrow$  soit à l'action du permanganate de potassium en milieu polaire, pour conduire aux composés de formule (XV) :

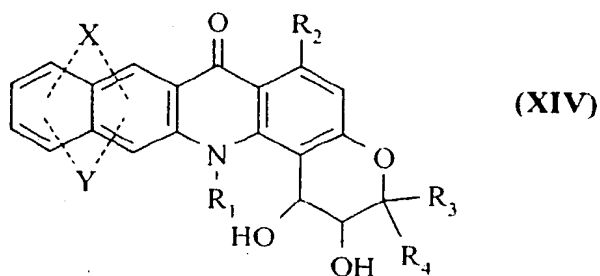


45

dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment, composés de formule (XV) qui sont soumis à des conditions réductrices en présence de NaBH<sub>4</sub> par exemple, pour conduire aux composés de formule (XIV/c) :



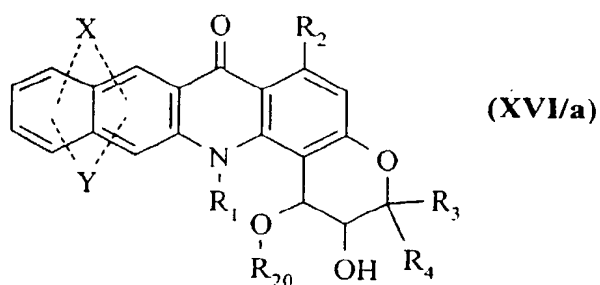
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,  
l'ensemble des composés de formules (XIV/a), (XIV/b) et (XIV/c) formant les composés de formule (XIV) :



dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont tels que définis précédemment,  
composés de formule (XIV) qui sont soumis :

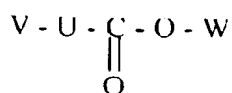
20

✧ soit à l'action d'un alcool de formule R<sub>20</sub>-OH dans laquelle R<sub>20</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>)  
linéaire ou ramifié,  
pour conduire aux composés de formule (XVI/a) :



35

dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R<sub>20</sub> sont tels que définis précédemment,  
composés de formule (XVI/a) dont la fonction alcool est estérifiée en présence d'un composé de formule

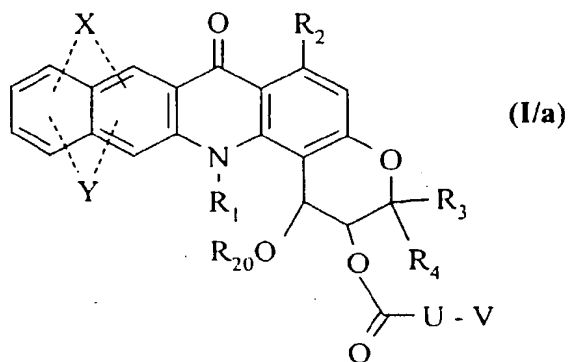


45

ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O dans lesquelles U et V sont tels que définis dans la formule (I) et W représente un groupement  
partant,  
pour conduire aux composés de formule (I/a), cas particulier des composés de formule (I) :

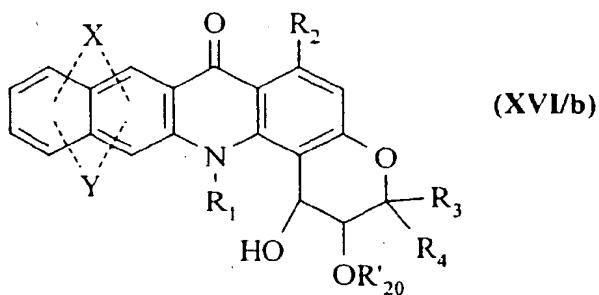
50

55



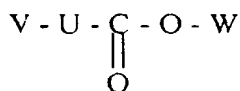
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>20</sub>, U et V sont tels que définis précédemment,  
 soit à l'action d'un iodure d'alkyle de formule R'<sub>20</sub>-I dans laquelle R'<sub>20</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, en présence de sel d'Argent, pour conduire aux composés de formule (XVI/b) :

20



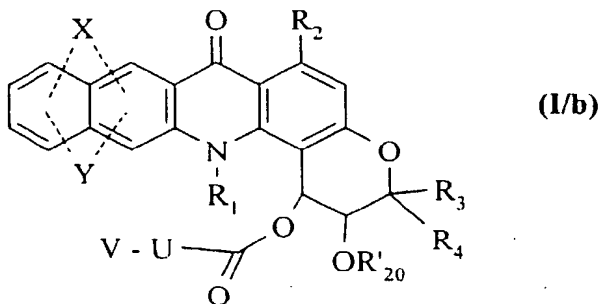
cas particulier des composés de formule (I), dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R'<sub>20</sub> sont tels que définis précédemment,  
 composés de formule (XVI/b) dont la fonction alcool est estérifiée en présence d'un composé de formule

35

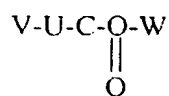


ou (V-U-CO)<sub>2</sub>O tels que définis précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/b) :

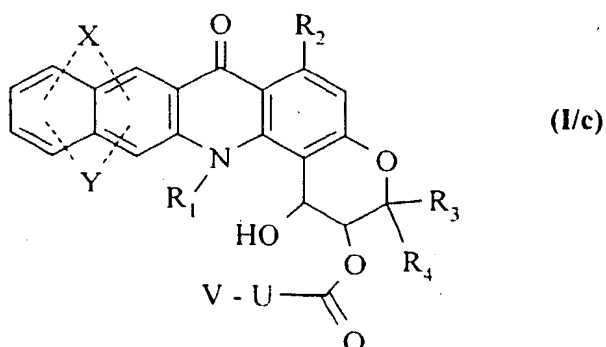
45



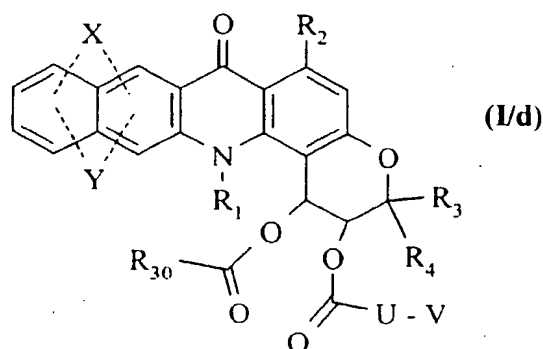
cas particulier des composés de formule (I), dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R'<sub>20</sub>, U et V sont tels que définis précédemment,  
 soit à l'action directe d'un composé de formule



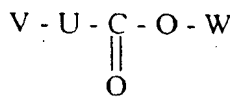
ou  $(\text{V-U-CO})_2\text{O}$ , tels que définis précédemment, en présence d'une base, afin d'obtenir les composés de formule (I/c), cas particulier des composés de formule (I) :



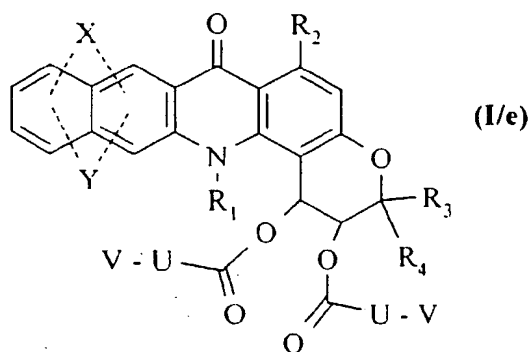
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, composé de formule (I/c), qui peut être soumis à nouveau, dans les mêmes conditions opératoires, à l'action d'un anhydride de formule  $(\text{R}_{30}\text{CO})_2\text{O}$  dans laquelle R<sub>30</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle ou arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, pour conduire aux composés de formule (I/d) :



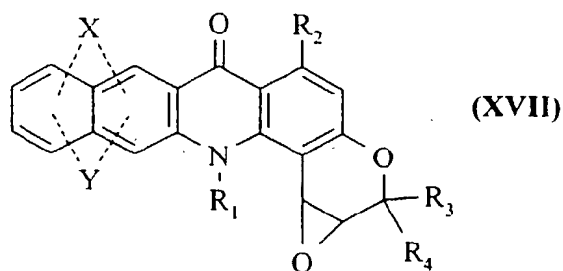
dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>30</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, ou composé de formule (I/c) qui peut être traité de nouveau avec un composé de formule



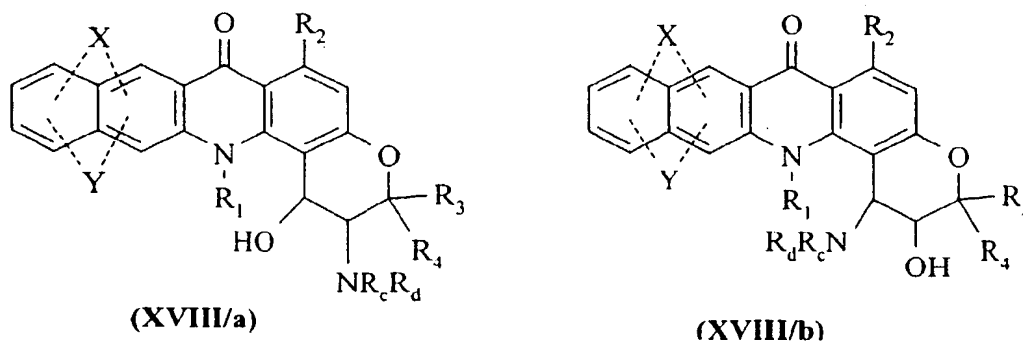
ou  $(\text{V-U-CO})_2\text{O}$  tels que définis précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/e), cas particulier des composés de formule (I) :



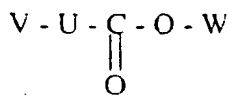
15 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, U et V ont la même signification que dans la formule (I), étant entendu que les deux groupements U et les deux groupements V peuvent être chacun identique ou différent, c) ⇒ soit à l'action d'un peracide, pour conduire au composé de formule (XVII) :



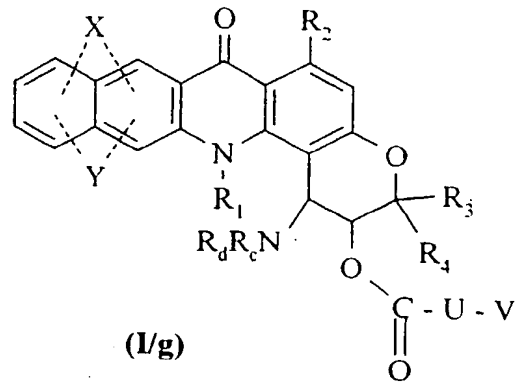
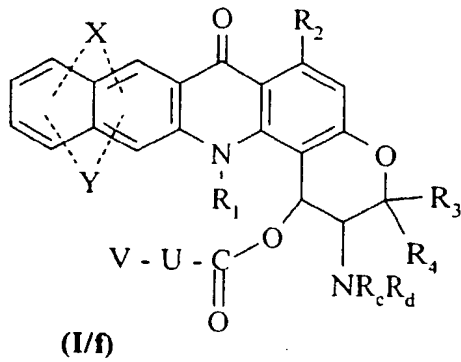
30 dans laquelle X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, sont tels que définis précédemment, composés de formule (XVII) qui est traité éventuellement par de l'ammoniac ou une amine primaire ou secondaire pour conduire aux composés de formule (XVIII/a) et/ou (XVIII/b) suivant la nature des réactifs :



50 dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>, sont tels que définis précédemment, et R<sub>c</sub> et R<sub>d</sub> représentent un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, composés de formules (XVIII/a) et (XVIII/b) qui sont mis en présence d'un composé de formule



tel que défini précédemment, pour conduire respectivement aux composés de formules (I/f) et (I/g), cas particuliers des composés de formule (I) :



20

dans lesquelles X, Y, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>c</sub>, R<sub>d</sub>, U et V sont tels que définis précédemment, les composés (I/a) à (I/g) formant l'ensemble des composés de l'invention qui sont purifiés, le cas échéant, selon une technique classique de purification, qui peuvent, si on le désire, être séparés en leurs différents isomères selon une technique classique de séparation et qui sont transformés, si on le souhaite, en leurs N-oxydes et, le cas échéant, en leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

- 25
11. Compositions pharmaceutiques contenant comme principe actif au moins un composé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, seul ou en combinaison avec un ou plusieurs excipients ou véhicules inertes non toxiques pharmaceutiquement acceptables.
- 30
12. Compositions pharmaceutiques selon la revendication 11 contenant au moins un principe actif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 utiles dans le traitement des cancers.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 40 1685

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A, D	A ELOMRI ET AL: "Synthesis and cytotoxic and antitumor activity of esters in the 1,2-dihydroxy-1,2-dihydroacronycine series" JOURNAL OF MEDICINAL CHEMISTRY, US, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. WASHINGTON, vol. 24, no. 39, 1 janvier 1996 (1996-01-01), pages 4762-4764, XP002076704 ISSN: 0022-2623 * tableau 1 *	1, 10	C07D491/052 A61K31/436 A61P35/00 //(C07D491/052, 311:00, 221:00)
P, A	WO 99 32491 A (ADIR) 1 juillet 1999 (1999-07-01) * revendications 1, 13 *	1, 10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			C07D A61K A61P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 septembre 2000	Examineur Alfaro Faus, I
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03/02 (P/AC/02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 1685

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-09-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9932491 A	01-07-1999	FR 2772765 A	25-06-1999
		AU 1766399 A	12-07-1999
		ZA 9811645 A	24-06-1999

EPO FORM P-480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82